



(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

(12) **Offenlegungsschrift**
 (10) **DE 42 22 137 A 1**

(51) Int. Cl. 5:

F 02 M 61/18

C 23 C 30/00

(71) Anmelder:

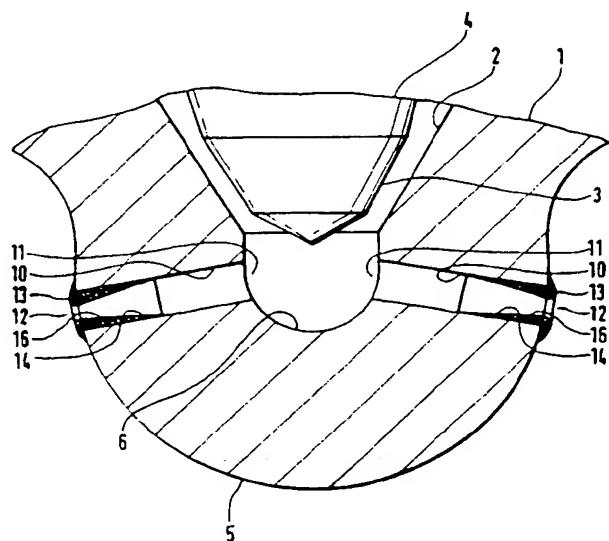
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:

Potz, Detlev, Dr., 7000 Stuttgart, DE; Ott, Rudi,
 Dipl.-Chem. Dr., 7123 Sachsenheim, DE; Roessler,
 Manfred, Dipl.-Chem. Dr., 7000 Stuttgart, DE;
 Lewentz, Günter, Dipl.-Ing. (FH), 7254 Hemmingen,
 DE; Gordon, Uwe, Dipl.-Ing. (TH), 7000 Stuttgart, DE

(54) Kraftstoff-Einspritzdüse für Diesel-Brennkraftmaschinen

(57) Eine Kraftstoffeinspritzdüse für Diesel-Brennkraftmaschinen hat einen Düsenkörper (1) mit in den Brennraum mündenden Spritzlöchern (10). Damit die Spritzlöcher feine Kraftstoffstrahlen formen, sind die Spritzlöcher durch eine Beschichtung (16) verengt. Vorzugsweise hat die Beschichtung zum Auslaß (12) hin eine düsenförmige Gestalt. Die Beschichtung wird durch Abscheiden eines Hartstoffs erzeugt.



DE 42 22 137 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 11.93 308 062/155

5/46

Beschreibung

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Kraftstoffeinspritzdüse nach der Gattung des Anspruchs 1. Bei solchen unter der Bezeichnung "Lochdüsen" bekannten Einspritzdüsen werden die in die Brennkammer eingespritzten Kraftstoffstrahlen durch die Spritzlöcher geformt, die im allgemeinen gleichförmig zylindrisch ausgebildet sind. Um den Strahl zu formen, ist es auch schon bekannt, die Spritzlöcher nach Art einer Laval-Düse (DE-OS 25 57 772) auszubilden. Der zum Schutz der Umwelt immer größer werdende Druck zum Senken der Geräusch- und Abgasgrenzwerte von Brennkraftmaschinen verlangt nach einer noch besseren Aufbereitung des eingespritzten Kraftstoffs. Dabei kommt, insbesondere bei Berücksichtigung der Tendenz zu drahrlärmeren Motoren, der Zerstäubungsgüte (Tröpfchengröße) eine besondere Bedeutung zu. Da Tröpfchengröße und Querschnitt der Spritzlöcher der Düse in direktem Zusammenhang stehen, geht bei gleicher Einspritzmenge die Tendenz von wenigen großen Spritzlöchern zu vielen kleinen Spritzlöchern. Dem Herstellen von extrem engen Spritzlöchern sind jedoch durch die üblichen Herstellungsverfahren, wie spanabhebendes Bohren oder Erodieren, Grenzen gesetzt.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzdüse mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, daß durch die Beschichtung in den Spritzlöchern eine Reduktion und/oder Modifikation des effektiven Querschnitts der Spritzlöcher erzielt wird, die mit üblichen, material-abhebenden Verfahren nicht herstellbar ist. Eine Profilierung der Beschichtung nach den Merkmalen der Ansprüche 2 bis 4 trägt zur scharfen Bündelung der feinen Einspritzstrahlen bei. Durch den gezielten Werkstoffauftrag im Bereich des Auslaßendes der Spritzlöcher wird erreicht, daß genau am Auslauf der Spritzlöcher eine düsenartige Verengung des Strömungskanals entsteht. Durch solche engen, profilierten Spritzlöcher werden feine Kraftstoffstrahlen geformt, die unter der Wirkung des hohen Drucks und der hohen Geschwindigkeit der Strömung zu feinsten Tröpfchen zerstäubt werden.

Zum Auftragen der Beschichtung an den Spritzlöchern eignen sich in vorteilhafter Weise die in den Ansprüchen 5 bis 7 angegebenen Verfahren.

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt, die das brennraumseitige Ende einer Einspritzdüse vergrößert im Längsschnitt zeigt, und wird im folgenden näher beschrieben.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Ein Düsenkörper 1 hat im Bereich seines brennraumseitigen Endes einen konischen Ventilsitz 2, mit dem ein Schließkonus 3 einer im Düsenkörper 1 verschiebar geführten, federbelasteten Ventilnadel 4 zusammenwirkt. In Kraftstoffstromrichtung unterhalb des Ventilsitzes 2 schließt sich in einer Kuppe 5 des Düsenkörpers 1 ein Sackloch 6 an, von dem aus ein oder

mehrere die Wand der Kuppe 5 durchdringende Spritzlöcher 10 abgehen. Der Einlauf der Spritzlöcher 10 kann auch im Bereich des Ventilsitzes 2 liegen und je nach Gestaltung des Brennraums der Brennkraftmaschine können ein oder mehrere Spritzlöcher mit verschiedenen Spritzrichtungen zur Längsachse der Einspritzdüse angeordnet sein.

Die Spritzlöcher 10, die den unter hohem Druck durchströmenden Kraftstoff zu feinen Strahlen formen, haben im zulaufseitigen Abschnitt nahe dem Einlauf 11 die Form eines Zylinders, im Abschnitt nahe dem Auslauf 12 die Form eines sich in Strömungsrichtung verjüngenden Kegelstumpfs und weiten sich im Auslauf 12 zu einem fertigungsbedingten Ringwulst, der bei Bedarf wieder abgearbeitet werden kann. Diese düsenartige Form der Spritzlöcher 10 wird hergestellt, indem zunächst die Wand der Kuppe 5 der Düse durch Abheben von Material, wie spanabhebendes Bohren oder durch erosives Abtragen von Material durchbrochen wird, wobei eine zylindrische Bohrung entsteht. Die Bohrung hat eine Weite im Bereich von 0,2 bis 0,1 mm. Darauf wird in dem dem Auslauf 12 nahen Abschnitt der Bohrung eine Beschichtung 16 aus einem Hartstoff, beispielsweise Chrom, Nickel oder dergleichen, auf die Wand der Bohrung 15 aufgetragen. Vorzugsweise wird die Beschichtung 16 ungleich dick aufgetragen, so daß der offene Querschnitt zum Auslaß 12 hin in Form eines Kegelstumpfs 14 konvergiert und sich im Auslauf 12 durch einen die Außenseite der Kuppe 5 des Düsenkörpers 1 überragenden Ringwulst 13 weitert. Die größte Dicke der Beschichtung wird so gewählt, daß der effektive Querschnitt der Bohrung um ca. 30 bis 50% vermindert wird.

Ein bevorzugtes Verfahren die beschriebene Querschnittscharakteristik zu erzeugen, ist ein Werkstoffauftrag mittels elektrochemischer Abscheidung (Galvanik). Von den elektrochemischen Abscheidungsverfahren bietet u. a. die kathodische Abscheidung aus einem wäßrigen Elektrolyten ein einfaches Handling, da die Elektrolytlösung, die das eigentliche Werkzeug darstellt, direkt in das Spritzloch eingebracht werden kann und sich die Metallionen auf den Spritzlochwandungen abscheiden können. Dabei wird insbesondere durch Abdeckung der Außenfläche der Kuppe 5, z. B. mit Isolierlack, eine Konzentration der Feldlinien im äußeren Spritzlochbereich erzeugt, so daß durch diesen gezielten Werkstoffauftrag in dem dem Auslauf 12 der Spritzlöcher 10 nahen Abschnitt eine düsenförmige Verengung des Strömungskanals entsteht. Vorzugsweise wird der Querschnitt durch das Auftragen von Material um 30% bis 50% reduziert.

Zum Auftragen der Beschichtung sind auch andere Verfahren einsetzbar. Nach dem PVD-Verfahren (physical vapor deposition) wird in einem physikalischen Abscheidungsprozeß aus der Gasphase durch Bedampfen, Sputtern, Ionenplattieren oder reaktive Varianten der vorgenannten Prozesse die Beschichtung aufgetragen, wobei Schichtdicken von 0,01 bis 0,1 mm erreicht werden können. Beim CVD-Verfahren (chemical vapor deposition) wird Material aus der Dampfphase thermisch, plasmaaktiviert, photonenaktiviert oder laserinduziert abgeschieden; es sind Schichtdicken bis zu 0,1 mm erzielbar.

Ein weiteres bevorzugtes Verfahren ist die autokatalytische chemisch-reduktive Abscheidung aus einem Elektrolyten, der Metall-Salz, Reduktionsmittel, Komplexbildner sowie weitere Chemikalien enthält. Außerdem ist auch die chemische Abscheidung, wie sie bei der

Verdrängungsreaktion, Sprühpyrolyse und homogenen Präzipitation auftritt, einsetzbar. Die dabei erreichbare Schichtdicke kann bis zu 0,3 mm betragen.

Zu erwähnen ist außerdem eine Abscheidung aus der metallischen Schmelze, insbesondere das Schmelztauch-Verfahren, bei dem die eventuell erhitzte Düsenkuppe in ein aufgeschmolzenes Metall, zum Beispiel Hartmetallot, eingetaucht wird. Durch Unter- bzw. Überdruck wird Schmelze in das Sackloch "eingesaugt" und anschließend wieder "ausgeblasen". Bei diesem Verfahren erfolgt nicht nur eine Diffusion der Schmelze in den Düsengrundkörper, es scheidet sich auch Schmelze auf den Spritzlochwandungen ab, wodurch, nach Abkühlung, eine Querschnittsreduktion erreicht wird. Durch mehrmaliges Anwenden dieses Verfahrens kann so der Durchmesser entsprechend reduziert werden.

Bei diesen Verfahren ist die aufgetragene Schichtdicke bzw. der für einen bestimmten hydraulischen Durchfluß maßgebende freie Querschnitt eine Funktion der Bearbeitungszeit bzw. der Häufigkeit der Anwendungen.

Als Hartstoffe zum Bilden einer Beschichtung kommen in Frage: Chrom, Nickel, Nickel-Phosphor, Nickel-Bor, Nickel-Kobalt-Bor, Al_2O_3 , Cr_2O_3 , TiO_2 , Cr_3C_2 , SiO_2 , Al-Si, NiCr, WTi, WC oder dergleichen.

5

10

20

25

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß in dem dem Auslaß (12) nahen Abschnitt eine zum Auslaß hin zunehmende Menge an Beschichtungsmaterial abgelagert wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung (16) durch elektrochemische, chemische, CVD-, PVD-Abscheidung oder durch Abscheidung aus einer metallischen Schmelze erzeugt wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Kraftstofffeinspritzdüse für Diesel-Brennkraftmaschinen mit einem Düsenkörper, in dem eine verschiebbar geführte Ventilnadel mit einem Ventilsitz zusammenwirkt, an den sich stromabwärts den Düsenkörper durchdringende Spritzlöcher anschließen, dadurch gekennzeichnet, daß der dem Auslauf (12) nahe Abschnitt der Spritzlöcher (10) rundum mit einer festen Beschichtung (16) verengt ist.

2. Kraftstofffeinspritzdüse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Beschichtung (16) zum Auslaß (12) hin verdickt, so daß ein sich in Strömungsrichtung verengender Durchlaß gebildet ist.

3. Kraftstofffeinspritzdüse nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung (16) im Auslaß (12) zur umgebenden Außenfläche des Düsenkörpers (1) hin abgerundet ist.

4. Kraftstofffeinspritzdüse nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung (16) die Außenseite des Düsenkörpers (1) am Auslaß (12) des Spritzlochs (10) als Ringwulst (13) überragt.

5. Kraftstofffeinspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung aus einem Hartstoff wie Chrom, Nickel, Nickel-Phosphor, Nickel-Bor, Nickel-Kobalt-Bor, Al_2O_3 , Cr_2O_3 , TiO_2 , Cr_3C_2 , SiO_2 , AlSi, NiCr, WTi, WC oder dergleichen besteht.

6. Verfahren zum Herstellen einer Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem wenigstens ein vom Innern des Düsenkörpers nach außen führendes Spritzloch durch Abheben von Material gebildet wird, dadurch gekennzeichnet, daß das vorgefertigte Spritzloch (10) durch Auftragen einer festen Beschichtung (16) wenigstens in dem den Auslaß (12) nahen Abschnitt verengt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung im dem Auslaß (12) nahen Abschnitt des Spritzlochs (10) durch Be- schichten aufgetragen wird.

30

35

40

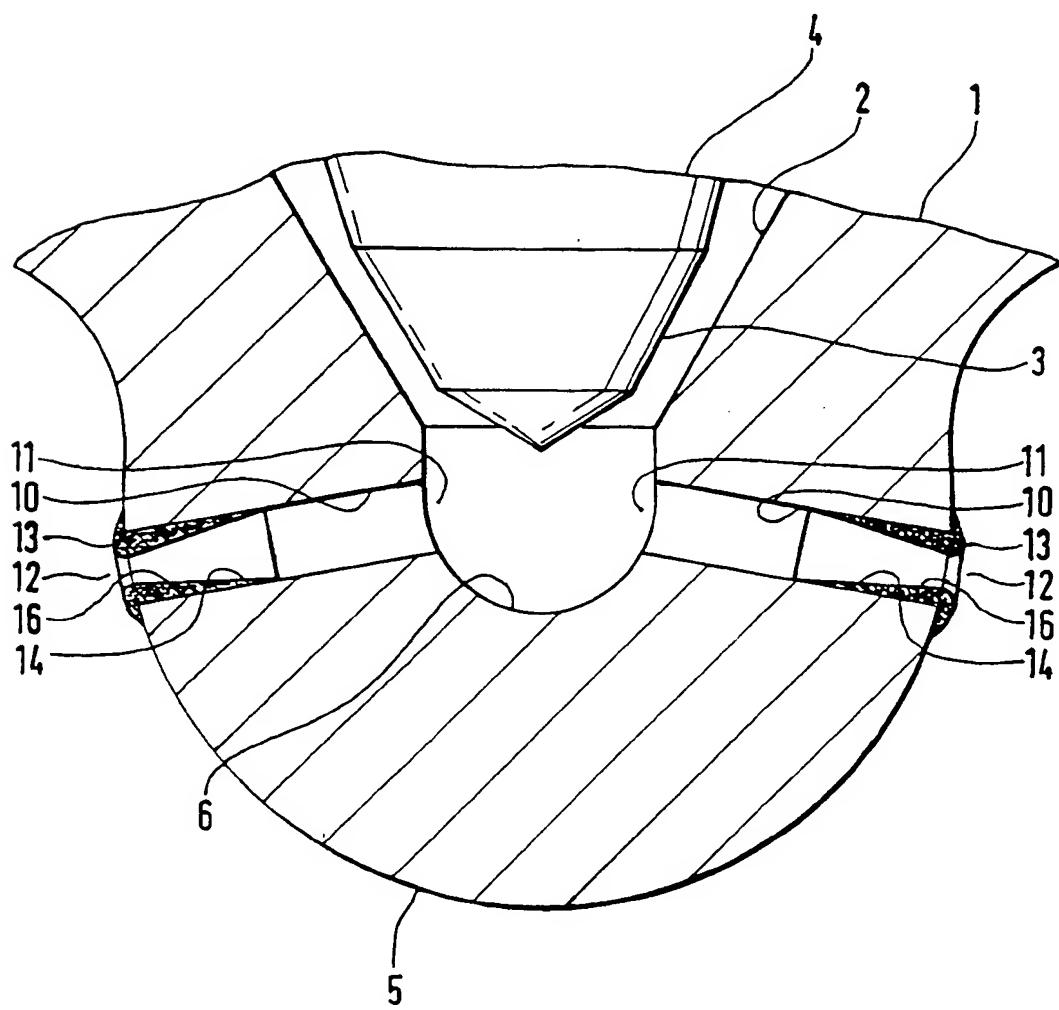
45

50

55

60

65



308 062/155